

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-264712

(43)Date of publication of application : 13.10.1995

(51)Int.Cl. B60L 9/18
B60L 3/00
H02P 5/41

(21)Application number : 06-048450

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI AUTOMOT ENG CO LTD

(22)Date of filing : 18.03.1994

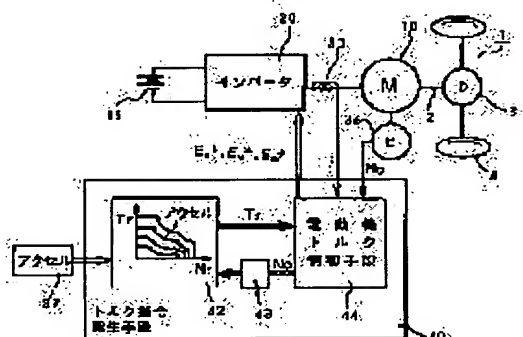
(72)Inventor : OBARA SANSHIRO
YAMADA HIROYUKI
MATSUDAIRA NOBUNORI
MASAKI RYOZO

(54) APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING ELECTRIC VEHICLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a torque controller which can stably control to travel by always generating an accurate torque command without influence of a shift vibration due to a mechanical resonance of an electric vehicle.

CONSTITUTION: The apparatus for controlling an electric vehicle comprises a band removing filter 43 for removing a frequency of a specific band corresponding to a mechanical resonance frequency of a vehicle 1, torque command generating means 42 inputting a depressed amount of an accelerator and number Nr of revolutions of a motor 10 fetched via the filter to generate a torque command Tr based on predetermined characteristics, and motor torque control means 44 inputting number No of revolutions of the motor to be detected by an encoder 36, a motor current (i) detected by a current sensor 30 and the command Tr to generate the command Tr. Thus, speed information corresponding to a mechanical resonance frequency is so cut as not to be input to the torque command generating means by filter means. As a result, stable travel control can be conducted even at the time of an abrupt torque change.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration] withdrawal

[Date of final disposal for application] 27.12.2000

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the electric rolling stock equipped with the dc-battery, the motor which drives a wheel, and the control unit which controls the current of said motor said control unit The motor rotational frequency No detected with an encoder based on a torque command, A motor torque control means to generate the inverter driving signal for controlling the torque of a motor by considering the motor current detected by the current sensor as an input, The band removal filter which removes the machine resonance frequency band of a car from the information on said motor engine speed No, The control unit of the electric rolling stock which considers as an input the motor rotational frequency Nr incorporated through the amount of treading in and said band removal filter of an accelerator, and is characterized by having a torque command generating means to generate said torque command.

[Claim 2] The band removal filter from which the machine resonance frequency band of said car is removed is the control unit of the electric rolling stock according to claim 1 characterized by being the band removal filter from which two or more machine resonance frequency bands are removed.

[Claim 3] Said torque command generating means is the control unit of the electric rolling stock according to claim 1 or 2 characterized by having a car item adjustment means to have the memory holding the data of items, such as form of a car, and said machine resonance frequency, and an adjustment means to change the property of said band removal filter based on the data of this memory.

[Claim 4] Said current torque control means is the control unit of the electric rolling stock according to claim 1 or 2 characterized by having the oscillating control control means which controls the current of a motor so that vibration of the car by said machine resonance of a car may be controlled.

[Claim 5] A dc-battery, the motor which drives a wheel, and a means to detect the rotational frequency No of said motor, In the control approach of electric rolling stock that have the current sensor which detects the current of said motor, and the control unit which controls the current of said motor, and said control unit has a torque command generating means and a motor torque control means From the engine speed No of said motor, ask for the motor engine speed Nr which removed the machine resonance frequency band of a car with the band removal filter, and the amount of treading in and said motor engine speed Nr of an accelerator are considered as an input. It asks for a torque command by data processing in said torque command generating means. With said motor torque control means The control approach of the electric rolling stock characterized by what the inverter driving signal for controlling the torque of said motor is generated for based on said motor rotational frequency No and motor current, and said torque command.

[Claim 6] Said torque command generating means is the control approach of the electric rolling stock according to claim 5 characterized by performing processing which changes the frequency which should be removed with said band removal filter based on data modification of the memory holding the item of a car, or the data of said machine resonance frequency.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the electric-rolling-stock control unit which was applied to the control unit and the control approach of electric rolling stock, especially fitted oscillating control of a car, and the control approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, many elastic members, such as a shaft, are used for the torque transmission from the motor in electric rolling stock to a car, and the elastic system is constituted as the whole car. Therefore, with sudden change of motor torque, resonance phenomena with a car occur and very unpleasant sensibility is given to an operator.

[0003] The electric vehicle equipped with the torque control equipment which controls a motor current is shown so that it may have an oscillating detection means to detect vibration of a car, in JP,4-145806,A and this vibration may be controlled, in order to solve this problem for example.

[0004] When according to the above-mentioned configuration vibration of a car is detected and vibration occurs on a car, the current supplied to a motor is adjusted. Thus, vibration of a car is controlled and the displeasure on operation is avoided.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the above-mentioned conventional oscillating control technique, there is a problem which may not be able to perform control stabilized when the oscillating component mixed in the rotational frequency by machine resonance of the car generated at the time of torque sudden change like [at the time of sudden acceleration] and to say, the machine resonance phenomena of this car — especially — the time of starting, and middle — prompt — ** — it may generate at the time of acceleration, for example, the acceleration to 100 km/h from 80 km/h

[0006] The purpose of this invention is to offer the electric-rolling-stock control unit and the control approach of not being influenced by machine resonance of the car in electric rolling stock, but generating an always exact motor torque command, and performing stable transit control.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In the control device of the electric rolling stock with which the control device of this invention was equipped with the dc-battery, the motor which drives a wheel, and the control device which controls the current of said motor said control device The motor rotational frequency N_r detected with an encoder based on a torque command, A motor torque control means to generate the inverter driving signal for controlling the torque of a motor by considering the motor current detected by the current sensor as an input, The band removal filter which removes the machine resonance frequency band of a car from the engine-speed information N_o on said motor, The motor rotational frequency N_r incorporated through the amount of treading in and said band removal filter of an accelerator is considered as an input, and it is characterized by including a torque command generating means to generate the torque command of a motor.

[0008] From the engine speed N_o of the detected motor, the control approach of the electric rolling stock of this invention asks for the motor engine speed N_r which removed the machine resonance frequency band of a car with the band removal filter, and considers the amount of treading in and the motor engine speed N_r of an accelerator as an input. [0009] characterized by what it asks for a torque command by data processing in a torque command generating means, and a motor torque control means generates the inverter driving signal for controlling the torque of a motor for based on the motor rotational frequency N_o , a motor current, and a torque command

[Function] Machine resonance frequency has the value of a proper for every car. For example, in a subcompact class, it is 3.3-6HZ. Then, engine-speed information containing the resonance frequency of this proper is made into the engine-speed information which does not contain resonance frequency through a band removal filter means, and it considers as the input of a torque command generating means. Consequently, a torque command generating means becomes possible [performing transit control stabilized since the torque command which does

not contain an oscillating component at the time of machine resonance generating by torque sudden change, either was generated].

[0010]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing. First, drawing 1 is the conceptual diagram showing the whole electric-rolling-stock configuration which becomes one example of this invention. In drawing 1, 1 is electric rolling stock and the output of a motor 10 is told to a wheel 4 through a shaft 2 and the moderation device 3. With an inverter 20, the direct current voltage of a dc-battery 15 is changed into the three-phase alternating current, and is supplied to a motor 10. By controlling the frequency of the three-phase alternating current, and an electrical potential difference by the inverter 20, the torque of a motor 10 is controlled and, thereby, the travel speed of a car 1 is controlled. 40 is a torque control means and has the torque command generating means 42, the band removal filter 43, and the motor torque control means 44. The torque command generating means 42 considers as an input the motor rotational frequency N_r incorporated via the amount of treading in and the band removal filter 43 of an accelerator 37, and generates the torque command T_r based on a predetermined property.

[0011] The motor torque control means 44 considers the motor rotational frequency N_o detected with an encoder 36, the motor current i detected by the current sensor 30, and the torque command T_r as an input, generates reference signal E_u^* for obtaining motor torque τ_M , E_v^* , and E_w^* , and controls an inverter 20.

[0012] The band removal filter 43 removes the specific frequency corresponding to the machine resonance frequency of a car. This filter may be constituted from an analog circuit which used CR, and may consist of software using a digital arithmetic circuit. By minding this filter, the rotational frequency signal N turns into the rotational frequency signal N_r with which the frequency component of 6.0HZ was removed.

[0013] The detail of the torque control means 40 is shown in drawing 2. In drawing, 20 is an PWM inverter, forms the three-phase-circuit alternating voltage of a variable frequency and an adjustable electrical potential difference from the direct current voltage of a dc-battery 15, and controls the torque of the three-phase-alternating-current motor 10. 30 is a current sensor and detects the primary current (i_u , i_v , i_w) of the three-phase-circuit alternating current which flows to the primary coil of AC motor 10. Moreover, 36 is the encoder attached in the shaft of AC motor 10. The current control means 70 controls said primary current detected through a current sensor 30 to a predetermined value. The alternating current command generating means 80 generates the command (i_u^* , i_v^* , i_w^*) to the current control means 70. The angle-of-rotation speed detection means 100 detects angular-rate-of-rotation ω_M of AC motor 10 from an A phase and a B phase pulse. 110 is a torque command operation means to generate the torque command T_r based on the amount of treading in of an accelerator 37. 130 is an PWM signal generation means to form an PWM signal based on the output signal (E_u^* , E_v^* , E_w^*) of the current control means 70.

[0014] The amount corresponding to the amount which the accelerator broke in with the accelerator opening operation means 121 calculates, and the torque command T_r which should be given to the three-phase-alternating-current motor 10 by the torque operation means 110 based on this result is called for. It is changed into torque current command I_t^* through the motor torque regulator 112 and limiter 113 which ask for the deflection of this torque command T_r and motor torque τ_M with an adder subtracter 111, and consist of PI (proportionality + integral) compensators.

[0015] Motor torque τ_M calculates i_u , i_v , and i_w which were detected from current sensors 31, 32, and 33 here using the torque current I_t acquired by carrying out d-q conversion, and an exciting current I_m . $\tau_M = (3/2) \cdot P \cdot (M/2/M+12) \cdot I_m \cdot I_t$ Formula 1 However, the P: pole M: 12: 2nd excitation inductance leakage inductance exciting-current command I_m^* is determined as follows. First, magnetic-flux ϕ_R^* which should be generated in the secondary circuit of a motor corresponding to angular-rate-of-rotation ω_M obtained by magnetic-flux pattern generator 82G via the rate sensor 36 and the angle-of-rotation speed detection means 100 is generated. The magnetic-flux pattern with which the angular rate of rotation of AC motor 10 was in inverse proportion to the angular rate of rotation more than base speed uniformly with below base speed is generated magnetic-flux pattern generator 82G. In a multiplier 810, magnetic-flux ϕ_R^* is multiplied by the load factor α (formula 2), and secondary magnetic-flux command ϕ_i^* is called for.

$\alpha = I_t^* / I_{t0}$ Formula 2 However, I_{t0} : Ask for the deflection of ϕ_i^* (formula 3) which presumed the secondary magnetic flux generated in the torque current of rating, next the secondary circuit of this secondary magnetic-flux command ϕ_i^* and AC motor 10 with the secondary magnetic-flux presumption vessel 840 with an adder subtracter 820, and generate exciting-current command I_m^* from the output of the PI compensator 830.

$\phi_i^* = (M - I_m^*) / (1 + T_2 \text{ands})$ Formula 3 However, angle-of-slide frequency ω_s (formula 4) and a phase θ_1 (formula 5) are called for by computing-element 80B and computing-element 80C using T time constant [$2 = (M+12) / r_2$: secondary] r_2 : 2nd resistance torque current command I_t^* and exciting-current command I_m^* , respectively.

$\omega_s = K_s - (I_t^* / I_m^*)$ Formula 4 However, $K_s = r_2 / (M+12)$

$\theta_1 = \tan^{-1} (I_t^* / I_m^*)$ Angular-frequency (primary angular frequency) ω_1^* of a formula 5

alternating-current command performs addition with angle-of-slide frequency ω and angular-rate-of-rotation ω_M ($\omega = 2\pi N$) by adder 82F, and is called for. The instant phase of an alternating current command is called for by performing the integral of primary angular-frequency ω_1 by integrator 82D.

[0016] Even if the phase of an alternating current command adds the above-mentioned instant phase and a phase θ_1 by adder 80D, it is stopped, and the magnitude of this alternating current command is called for by the operation of adder 80A. By the current command generator 80, alternating current command i_u^* of a three phase, i_v^* , and i_w^* are generated based on these values. Reference signal E_u^* for generating an PWM signal by the current control means 70 which consists of an adder subtracter 740,750,760 and an PI compensator 710,720,730, E_v^* , and E_w^* are generated so that alternating current i_u' of a three phase circuit, i_v' , and i_w' may follow these alternating current commands.

[0017] With the PWM signal generation means 130, this reference signal is compared with a triangular wave, an PWM signal is searched for, and the gate signal of the six-piece power component which constitutes the arm of the PWM inverter 20 based on the PWM signal acquired as a result is formed.

[0018] The band removal filter 43 is a filter which has a decay area near resonance frequency f_r of a car, as shown in drawing 3. At the time of sudden acceleration, motor torque τ_M and a rotational frequency N change, as shown in drawing 5. Therefore, the rotational frequency N_0 containing the resonance frequency detected with an encoder 36 is changed as a broken line shows to drawing 5. If it asks for the torque command T_r using the rotational frequency N_0 containing this oscillating component from the N_r - T_r map which generates a torque command, a torque command will be changed as T_{r1} shows. Consequently, the rotational frequency of a car will become much more unstable, and will give an operator remarkable displeasure.

[0019] According to this invention, since the effect of resonance frequency f_r is removed by the band removal filter 43, as the continuous line of drawing 4 shows, the stable torque command T_{r2} corresponding to N_r is obtained. Therefore, the control unit of the electric rolling stock which has a torque command generating means 42 to generate the always stabilized torque command T_r is obtained.

[0020] In the example described above, although it is the case where a car has the resonance frequency of only specification, aging of the resonance frequency of a car may be carried out. Moreover, under the effect of a tire etc., it may have two or more resonance frequency. The example of drawing 6 and drawing 7 is a modification also coping with such a situation. The torque command generating means 42 is equipped with the car item adjustment means 62 in drawing 6. This car item adjustment means 62 has memory 62A which holds the data of the machine resonance frequency f with items, such as form of a car, and f adjustment means 62B which changes the property of the band removal filter 43 based on the data of this memory. For every car, resonance frequency f is the value of a proper, and this frequency is called for beforehand, and it is inputted or corrected from the input means 60. The each is inputted when there is two or more resonance frequency.

[0021] Drawing 7 explains actuation of the torque command generating means 42 including the car item adjustment means 62. First, the data of a initial value are read (701). When data have modification, it is filter subroux CHINNO processing HE **** (702). That is, when resonance frequency f is initialized or changed, the frequency which should be removed by filtering is set up. Next, the rotational frequency information N_0 is incorporated (703) and filtering processing is performed (704). And after outputting a rotational frequency N_r , it returns to step 703. When two or more resonance frequency f_1 and f_2 are set up, filtering processing of step 704 is performed about the each.

[0022] According to this example, opposite-processing is easy for aging or two or more resonance frequency setup.

[0023] The control unit of much more stable electric rolling stock is obtained by using together with a current torque control means 44 to have oscillating inhibitory control as shows this invention to JP,4-145806,A.

[0024]

[Effect of the Invention] According to this invention, the control unit of the electric rolling stock which generates an always exact torque command and can perform stable transit control can be offered, without being influenced by the shaft vibration by machine resonance of the car in electric rolling stock.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the conceptual diagram showing the whole electric-rolling-stock configuration which becomes one example of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the detail of the torque control means of drawing 1 .

[Drawing 3] It is drawing showing the property of the band removal filter of drawing 1 .

[Drawing 4] It is drawing showing the rotational frequency N in a torque control means, and the relation of the torque command Tr.

[Drawing 5] It is drawing showing the rotational frequency N at the time of sudden acceleration, and the relation of motor torque tauM.

[Drawing 6] It is drawing showing the example which constituted the band removal filter from software.

[Drawing 7] It is the flow chart which shows actuation of the example of drawing 6 .

[Description of Notations]

1 [-- A wheel, 10 / -- A motor, 15 / -- A dc-battery, 20 / -- An inverter, 30 / -- A current sensor, 36 / -- An encoder, 40 / -- An electric-rolling-stock control device, 42 / -- A torque command generating means 43 / -- A band removal filter, 44 / -- Motor torque control means] -- Electric rolling stock, 2 -- A shaft, 3 -- A moderation device, 4

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-264712

(43) 公開日 平成7年(1995)10月13日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 L	9/18	J	9380-5H	
	3/00	J	9380-5H	
H 0 2 P	5/41	3 0 2	D	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-48450

(22) 出願日 平成6年(1994)3月18日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000232988

日立オートモティブエンジニアリング株式会社

312 茨城県ひたちなか市大字高場字鹿島
谷津2477番地3

(72) 発明者 小原 三四郎

茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社
日立製作所自動車機器事業部内

(74) 代理人 弁理士 高田 幸彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気車の制御装置及び制御方法

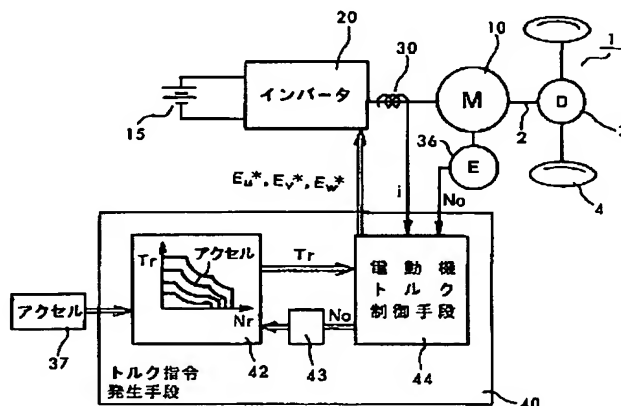
(57) 【要約】

【目的】 電気車の機械共振による軸振動にも影響されずに、常に正確なトルク指令を発生して安定な走行制御を行えるトルク制御装置を提供する。

【構成】 車両1の機械共振周波数fに対応する特定の帯域の周波数を除去するバンド除去フィルタ43と、アクセルの踏み込み量と前記バンド除去フィルタを経由して取り込まれた電動機10の回転数Nrを入力とし、所定の特性に基づくトルク指令Trを生成するトルク指令発生手段42と、エンコーダ36で検出される電動機回転数Noと、電流センサ30で検出される電動機電流i及びトルク指令Trを入力とし、電動機トルク指令を生成する電動機トルク制御手段44とを有する。

【効果】 機械共振周波数に対応する速度情報については、フィルタ手段によりトルク指令発生手段へ入力しないようにカットする。その結果、トルク急変時でも安定した走行制御を行うことが可能となる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 バッテリと、車輪を駆動する電動機と、前記電動機の電流を制御する制御装置を備えた電気車において、

前記制御装置は、

トルク指令をもとに、エンコーダで検出される電動機回転数 N_o と、電流センサで検出される電動機電流を入力として、電動機のトルクを制御するためのインバータ駆動信号を発生する電動機トルク制御手段と、

前記電動機回転数 N_o の情報から、車両の機械共振周波数帯域を除去するバンド除去フィルタと、

アクセルの踏み込み量と前記バンド除去フィルタを介して取り込まれた電動機回転数 N_r を入力とし、前記トルク指令を生成するトルク指令発生手段、

とを備えたことを特徴とする電気車の制御装置。

【請求項2】 前記車両の機械共振周波数帯域を除去するバンド除去フィルタは、複数の機械共振周波数帯域を除去するバンド除去フィルタであることを特徴とする請求項1記載の電気車の制御装置。

【請求項3】 前記トルク指令発生手段は、車両の型式等の諸元及び前記機械共振周波数のデータを保持するメモリと、このメモリのデータに基づいて前記バンド除去フィルタの特性を変更する調整手段とを有する車両諸元調整手段を備えていることを特徴とする請求項1または2記載の電気車の制御装置。

【請求項4】 前記電流トルク制御手段は、車両の前記機械共振による車両の振動を抑制するように、電動機の電流を制御する振動抑制制御手段を備えていることを特徴とする請求項1または2記載の電気車の制御装置。

【請求項5】 バッテリと、車輪を駆動する電動機と、前記電動機の回転数 N_o を検出する手段と、前記電動機の電流を検出する電流センサと、前記電動機の電流を制御する制御装置とを備え、前記制御装置がトルク指令発生手段と電動機トルク制御手段とを有する電気車の制御方法において、

前記電動機の回転数 N_o から、バンド除去フィルタにより車両の機械共振周波数帯域を除去した電動機回転数 N_r を求め、

アクセルの踏み込み量と前記電動機回転数 N_r を入力として、前記トルク指令発生手段における演算処理によりトルク指令を求め、

前記電動機トルク制御手段で、前記電動機回転数 N_o と電動機電流及び前記トルク指令をもとに、前記電動機のトルクを制御するためのインバータ駆動信号を生成する、

ことを特徴とする電気車の制御方法。

【請求項6】 前記トルク指令発生手段は、車両の諸元もしくは前記機械共振周波数のデータを保持するメモリのデータ変更に基づいて、前記バンド除去フィルタで除去すべき周波数を変更する処理を行うことを特徴とする請

求項5記載の電気車の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電気車の制御装置及び制御方法に係り、特に車両の振動抑制に適した電気車制御装置及び制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、電気車における電動機から車両へのトルク伝達のために軸などの弾性部材が多く用いられ、車両全体として弾性系を構成している。そのために、電動機トルクの急変に伴い、車両との共振現象が発生し、運転者にきわめて不快な感覚を与える。

【0003】 この問題を解決するために、例えば特開平4-145806号公報には、車両の振動を検出する振動検出手段を有し、この振動を抑制するように、電動機電流を制御するトルク制御装置を備えた電気自動車が表示されている。

【0004】 上記構成によれば、車両の振動を検出して、車両に振動が発生したときには、電動機に供給される電流が加減される。このようにして車両の振動が抑制され、運転上の不快感が避けられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の振動抑制技術では、急加速時のようなトルク急変時において発生する車両の機械共振により回転数に振動成分が混入すると安定した制御ができないことがあるという問題がある。この車両の機械共振現象は、特に始動時や中間速からの加速例えば、80 km/hから100 km/hへの加速時に発生することがある。

【0006】 本発明の目的は、電気車における車両の機械共振に影響されず常に正確な電動機トルク指令を発生して安定な走行制御を行える電気車制御装置及び制御方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の制御装置は、バッテリーと、車輪を駆動する電動機と、前記電動機の電流を制御する制御装置を備えた電気車の制御装置において、前記制御装置は、トルク指令をもとに、エンコーダで検出される電動機回転数 N_r と、電流センサで検出される電動機電流を入力として、電動機のトルクを制御するためのインバータ駆動信号を発生する電動機トルク制御手段と、前記電動機の回転数情報 N_o から、車両の機械共振周波数帯域を除去するバンド除去フィルタと、アクセルの踏み込み量と前記バンド除去フィルタを介して取り込まれた電動機回転数 N_r を入力とし、電動機のトルク指令を生成するトルク指令発生手段、とを含むことを特徴とする。

【0008】 本発明の電気車の制御方法は、検出された電動機の回転数 N_o から、バンド除去フィルタにより車両の機械共振周波数帯域を除去した電動機回転数 N_r を

求め、アクセルの踏み込み量と電動機回転数 N_r を入力として、トルク指令発生手段における演算処理によりトルク指令を求め、電動機トルク制御手段で、電動機回転数 N_o と電動機電流及びトルク指令をもとに、電動機のトルクを制御するためのインバータ駆動信号を生成する、ことを特徴とする

【0009】

【作用】機械共振周波数は、車両毎に固有の値を有する。例えば普通乗用車クラスでは3.3～6 Hzである。そこで、この固有の共振周波数を含む回転数情報をバンド除去フィルタ手段を介して、共振周波数を含まない回転数情報とし、トルク指令発生手段の入力とする。その結果、トルク指令発生手段は、トルク急変による機械共振発生時にも振動成分を含まないトルク指令を発生するので安定した走行制御を行うことが可能となる。

【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例を、図面をもとに説明する。まず、図1は、本発明の一実施例になる電気車の全体構成を示す概念図である。図1において、1は電気車で、電動機10の出力が軸2、減速機構3を介して車輪4に伝えられる。バッテリー15の直流電圧をインバータ20によって三相交流に変換し、電動機10に供給する。インバータ20により三相交流の周波数、電圧を制御することによって、電動機10のトルクが制御され、これにより、車両1の走行速度が制御される。40はトルク制御手段で、トルク指令発生手段42、バンド除去フィルタ43及び電動機トルク制御手段44を有する。トルク指令発生手段42は、アクセル37の踏み込み量とバンド除去フィルタ43を経由して取り込まれた電動機回転数 N_r を入力とし、所定の特性に基づくトルク指令 T_r を生成する。

【0011】電動機トルク制御手段44は、エンコーダ36で検出される電動機回転数 N_o と、電流センサ30で検出される電動機電流 i 及びトルク指令 T_r を入力とし、電動機トルク τ_m を得るための基準信号 E_u^* 、 E_v^* 、 E_w^* を生成し、インバータ20の制御を行う。

$$\tau_m = (3/2) \cdot P \cdot (M^2/M + 1/2) \cdot I_m \cdot I_t \quad \text{.....式1}$$

ただし、 P ：極数

M ：励磁インダクタンス

$1/2$ ：2次漏れインダクタンス

励磁電流指令 I_m^* は次のようにして決定される。まず、磁束パターン発生器82Gで速度センサ36、回転角速度検出手段100を経由して得られる回転角速度 ω_m に

$$\alpha = I_t^* / I_{t0} \quad \text{.....式2}$$

ただし、 I_{t0} ：定格のトルク電流

次に、該2次磁束指令 ϕ^* と交流電動機10の2次回路に発生している2次磁束を2次磁束推定器840で推定

$$\phi_2 = (M \cdot I_m^*) / (1 + T_2 \cdot s) \quad \text{.....式3}$$

ただし、 $T_2 (= (M + 1/2) / r_2)$ ：2次時定数

r_2 ：2次抵抗

【0012】バンド除去フィルタ43は、車両の機械共振周波数に対応する特定の周波数を除去するものである。このフィルタはCRを用いたアナログ回路で構成してもよく、デジタル演算回路を利用したソフトウェアで構成してもよい。このフィルタを介すことにより、回転数信号 N は例えば、6.0 Hzの周波数成分が除去された、回転数信号 N_r となる。

【0013】図2にトルク制御手段40の詳細を示す。図において、20はPWMインバータであり、バッテリー15の直流電圧から可変周波数、可変電圧の3相交流電圧を形成し、三相交流電動機10のトルクを制御する。30は電流センサであり、交流電動機10の1次巻線に流れる3相交流の1次電流(i_u , i_v , i_w)を検出する。また36は、交流電動機10のシャフトに取り付けられたエンコーダである。電流制御手段70は、電流センサ30を通して検出される前記1次電流を所定の値に制御する。交流電流指令発生手段80は、電流制御手段70に対する指令(i_u^* , i_v^* , i_w^*)を発生する。回転角速度検出手段100は、A相、B相パルスから交流電動機10の回転角速度 ω_m を検出する。110は、アクセル37の踏み込み量に基づいたトルク指令 T_r を発生するトルク指令演算手段である。130は、電流制御手段70の出力信号(E_u^* , E_v^* , E_w^*)に基づいてPWM信号を形成するPWM信号発生手段である。

【0014】アクセル開度演算手段121によってアクセルの踏み込んだ量に対応する量が演算され、この結果に基づきトルク演算手段110によって三相交流電動機10に与えられるべきトルク指令 T_r が求められる。該トルク指令 T_r とモータトルク τ_m との偏差を加減算器111で求め、PI（比例+積分）補償器で構成されるモータトルクレギュレーター112、リミッター113を通してトルク電流指令 I_t^* に変換される。

【0015】ここでモータトルク τ_m は、電流センサ31、32、33から検出された i_u , i_v , i_w を $d-q$ 変換して得られたトルク電流 I_t 、励磁電流 I_m を使って求める

対応してモータの2次回路に発生すべき磁束 ϕ^* を発生する。磁束パターン発生器82Gでは、交流電動機10の回転角速度が基底速度以下では一定に、基底速度以上は回転角速度に反比例した磁束パターンを発生する。乗算器810において磁束 ϕ^* に負荷率 α （式2）を乗じて2次磁束指令 ϕ^* が求められる。

した ϕ_2 （式3）との偏差を加減算器820により求め、PI補償器830の出力から、励磁電流指令 I_m^* を発生する。

トルク電流指令 I_t^* 及び励磁電流指令 I_m^* を使って、演算器80B及び演算器80Cにより、それぞれすべり角

周波数 ω_s (式4) , 位相 θ_1 (式5) が求められる。

$$\omega_s = K_s \cdot (I_t^* / I_m^*) \dots\dots\dots \text{式4}$$

ただし、 $K_s = r_2 / (M + l_2)$

$$\theta_1 = \tan^{-1} (I_t^* / I_m^*) \dots\dots\dots \text{式5}$$

交流電流指令の角周波数 (1次角周波数) ω_1^* は、加算器82Fによりすべり角周波数 ω_s と回転角速度 ω_m ($\omega = 2\pi \cdot N / 60$) との加算を実行して求められる。交流電流指令の瞬時位相は、1次角周波数 ω_1^* の積分を積分器82Dで実行することにより求められる。

【0016】交流電流指令の位相は、上記瞬時位相と位相 θ_1 とを加算器80Dで加算してもとめ、該交流電流指令の大きさは加算器80Aの演算によりもとめられる。電流指令発生器80では、これらの値に基づいて三相の交流電流指令 i_u^* 、 i_v^* 、 i_w^* を発生する。これらの交流電流指令に3相の交流電流 i_u' 、 i_v' 、 i_w' が追従するように、加減算器740、750、760及びPI補償器710、720、730からなる電流制御手段70によってPWM信号を発生するための基準信号 E_u^* 、 E_v^* 、 E_w^* を発生する。

【0017】PWM信号発生手段130では該基準信号と三角波を比較してPWM信号をもとめ、この結果得られたPWM信号を基にPWMインバータ20のアームを構成する6個パワー素子のゲート信号を形成する。

【0018】バンド除去フィルタ43は、図3に示すように、車両の共振周波数 f_r 付近に減衰域を持つフィルタである。急加速時、電動機トルク τ_m と回転数 N は図5に示すように変化する。従って、エンコーダ36で検出される共振周波数を含む回転数 N_o は、図5に破線で示すように変動する。トルク指令を発生する $N_r - T_r$ マップからこの振動成分を含んだ回転数 N_o を用いてトルク指令 T_r を求めると、 T_{r1} で示すようにトルク指令が変動する。その結果、車両の回転数はいっそう不安定なものとなってしまう、運転者に著しい不快感を与えてしまう。

【0019】本発明によれば、バンド除去フィルタ43により共振周波数 f_r の影響が除去されるので、図4の実線で示すように N_r に対応した安定したトルク指令 T_{r2} が得られる。従って常に安定したトルク指令 T_r を発生するトルク指令発生手段42を有する電気車の制御装置が得られる。

【0020】以上述べた実施例では、車両が唯一特定の共振周波数を有する場合であるが、車両の共振周波数は経時変化する場合もある。またタイヤ等の影響で、複数の共振周波数を有する場合もある。図6、図7の実施例は、このような状況にも対処した変形例である。図6において、トルク指令発生手段42は車両諸元調整手段62を備えている。この車両諸元調整手段62は、車両の型式等の諸元と共に機械共振周波数 f のデータを保持するメモリ62Aと、このメモリのデータに基づいてバンド除去フィルタ43の特性を変更する f 調整手段62B

とを有する。共振周波数 f は車両毎に固有の値であり、予めこの周波数が求められ入力手段60から入力あるいは修正される。共振周波数が複数あるときは、その各々が入力される。

【0021】車両諸元調整手段62を含むトルク指令発生手段42の動作を図7で説明する。まず、初期設定値のデータを読み込む(701)。データに変更があるときは、フィルタサブルーチンノ処理へ進む(702)。すなわち、共振周波数 f が初期設定または変更されたとき、フィルタリングで除去すべき周波数の設定を行う。次に、回転数情報 N_o を取り込み(703)、フィルタリング処理を行う(704)。そして回転数 N_r を出力した後、ステップ703に戻る。複数の共振周波数 f_1 、 f_2 ……が設定されているときは、その各々についてステップ704のフィルタリング処理を行う。

【0022】本実施例によれば、経時変化や複数の共振周波数設定に対処することが容易である。

【0023】本発明を、特開平4-145806号公報に示すような振動抑制制御を有する電流トルク制御手段44と併用することにより、一層安定な電気車の制御装置が得られる。

【0024】

【発明の効果】本発明によれば、電気車における車両の機械共振による軸振動にも影響されずに、常に正確なトルク指令を発生して安定な走行制御を行える電気車の制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例になる電気車の全体構成を示す概念図である。

【図2】図1のトルク制御手段の詳細を示す図である。

【図3】図1のバンド除去フィルタの特性を示す図である。

【図4】トルク制御手段における回転数 N とトルク指令 T_r の関係を示す図である。

【図5】急加速時の回転数 N と電動機トルク τ_m の関係を示す図である。

【図6】バンド除去フィルタをソフトウェアで構成した実施例を示す図である。

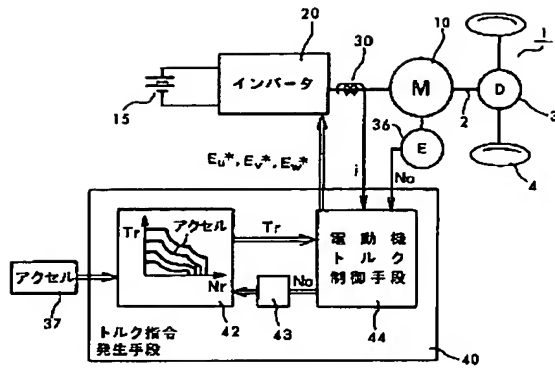
【図7】図6の実施例の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1…電気車、2…軸、3…減速機構、4…車輪、10…電動機、15…バッテリー、20…インバータ、30…電流センサ、36…エンコーダ、40…電気車制御装置、42…トルク指令発生手段、43…バンド除去フィルタ、44…電動機トルク制御手段

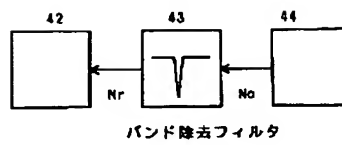
【図1】

図 1



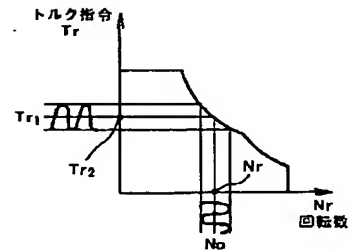
【図3】

図 3



【図4】

図 4

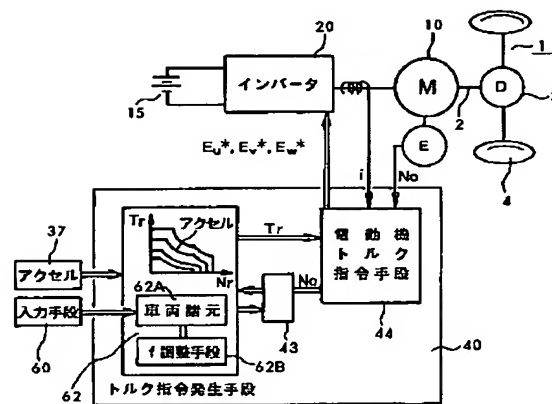
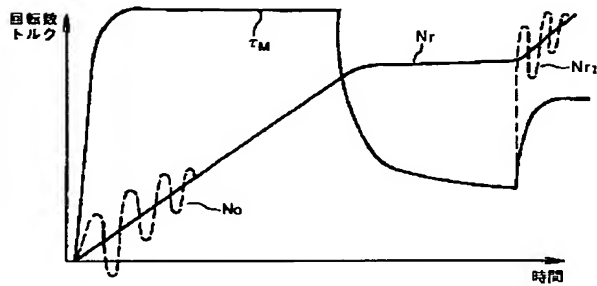


【図6】

図 6

【図5】

図 5



【図7】

図 7

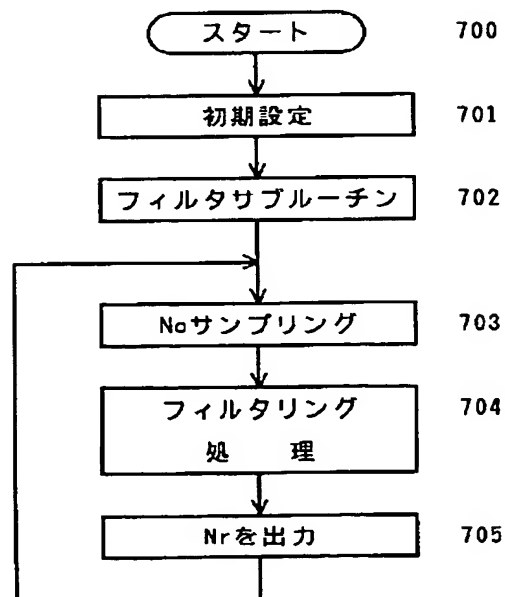
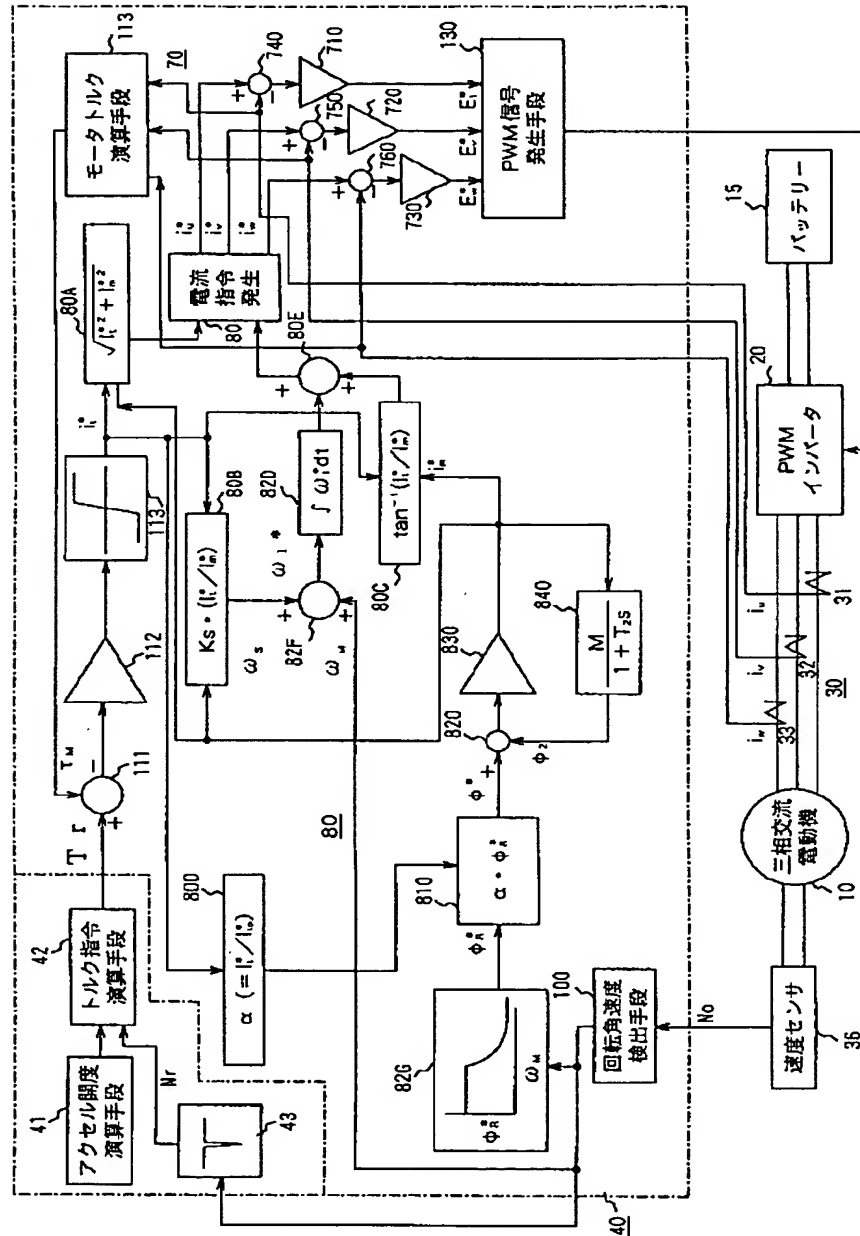


圖 2



(72) 発明者 松平 信紀
茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社
日立製作所自動車機器事業部内

(72) 発明者 正木 良三
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内